

Результаты и их обсуждение. В результате многолетних полевых исследований челночница тополевая *E. vernana* была обнаружена лишь однажды, на юго-востоке Беларуси. Основным кормовым растением вида, по литературным данным [2], служит тополь серебристый (*Populus alba*), который на большей части Беларуси встречается в населенных пунктах в качестве интродукта, а в диком виде распространен преимущественно на юге республики, где встречается в долинах рек.

Нами единственный экземпляр имаго *E. vernana* был собран на песчаной гряде с *Quercus robur* и *Pinus sylvestris* у края поймы реки Днепр на свет. Это местонахождение относится к Полесско-Приднепровскому геоботаническому округу подзоны широколиственно-сосновых лесов.

Вероятно, на территории Беларуси вид может быть распространен по всему Полесью, однако, встречается редко и локально. Он отмечен в сопредельных регионах Польши: Подляшском и Люблинском воеводствах [7], Украины: Черниговская область [5]. Ближайший регион России, где *E. vernana* был обнаружен согласно «Каталогу чешуекрылых (Lepidoptera) России» – Волго-Донский [6]. Кроме того, его находки известны из Литвы, Латвии, Эстонии, Швеции, Финляндии [8].

Заключение. Таким образом, челночница тополевая *Earias vernana* впервые на территории Республики Беларусь обнаружена в Полесско-Приднепровском геоботаническом округе. Данная находка расширяет представления об ареале вида. Несмотря на то, что он встречается в Беларуси крайне редко, охрана не представляется целесообразной, поскольку, вероятно, по территории республики проходит северная граница распространения вида, а его состояние в основной части ареала не вызывает опасений.

1. Кононенко, В.С. Сем. Nolidae – нолиды / В.С. Кононенко // Аннотированный каталог насекомых Дальнего Востока России. Том II. Lepidoptera – Чешуекрылые. – Владивосток: Дальнаука, 2016. – С. 399–408.
2. Fibiger, M. Pantheinae, Dilobinae, Acronictinae, Eustrotiinae, Nolinae, Bagisarinae, Acontiinae, Metoponiinae, Heliethinae, and Bryophilinae. Noctuidae Europaeae: vol. 11. / M. Fibiger, L. Ronkay, A. Steiner, A. Zilli. – Sorø: Entomological Press, 2009. – 504 p.
3. Кулак, А.В. Некоторые итоги и перспективы изучения видового состава чешуекрылых noctuoидного комплекса семейств (Lepidoptera: Noctuoidea) в Беларуси / А.В. Кулак // Сборник трудов молодых ученых НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2003. – Т. 2. – С. 216–219.
4. Держинский, Е.А. Новые и редкие для фауны Беларуси виды совкообразных чешуекрылых (Lepidoptera, Noctuoidea) / Е.А. Держинский, А.В. Кулак, А.Ю. Матов, И.Н. Мыслицкий // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2018. – № 1 (98). – С. 31–47.
5. Ключко, З.Ф. Аннотированный каталог совков (Lepidoptera, Noctuidae) фауны Украины / З.Ф. Ключко, И.Г. Плющ, П.Н. Шешурак. – Киев: Институт зоологии НАН Украины, 2001. – 884 с.
6. Матов, А.Ю. Nolidae / А.Ю. Матов // Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России. Издание 2-е. / Под ред. С.Ю. Синёва. – СПб.: Зоологический институт РАН, 2019. – С. 317–319.
7. A Distributional Checklist of the Lepidoptera of Poland. Polish Entomological Monographs: vol. 11. / J. Buszko, J. Nowacki (eds). – Poznań: Polish Entomological Society, 2016. – 225 p.
8. Aarvik, L. Nordic-Baltic Checklist of Lepidoptera / L. Aarvik, B.Å. Bengtsson, H. Elven, P. Ivinskis, U. Jürivete, O. Karsholt, M. Mutanen, N. Savenkov // Norwegian Journal of Entomology. Supplement 3. – 2017. – P. 1–236.

ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КСИЛОТРОФНЫХ ГРИБОВ (ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ И ТРИХОДЕРМЫ) И ИХ АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ

Д.Д. Жерносеков, П.Н. Кузьмин
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

В последние десятилетия ксилотрофные грибы уверенно заняли ведущие места в качестве объектов прикладных и фундаментальных исследований в Республике Беларусь, благодаря широкому спектру продуцируемых БАВ (белки, полисахариды, ферменты, антимикробные и противоопухолевые вещества) [1]. Актуальной задачей является разработка оптимальных приемов культивирования ксилотрофных грибов с целью их дальнейшего использования в биотехнологии. В качестве объектов исследования нами выбраны *Pleurotus ostreatus* и *Trichoderma atroviride*.

Гриб *Pleurotus ostreatus* относится к базидиомицетам (отдел *Basidiomycota*), является вторым по распространённости съедобным грибом в мире. Обладает высокой пищевой ценностью наряду с лечебными свойствами. Кроме того, частично очищенный препарат протеиназы из вешенки обыкновенной может служить заменой сычужного фермента, что является очень важным для молочной промышленности. [2] Гриб *Trichoderma atroviride* относится к сумчатым грибам (отдел *Ascomycota*), представители рода известны как продуценты сложного комплекса гидролитических ферментов и антибиотиков [3]

Цель работы: определить оптимальные условия для выращивания ксилотрофных грибов в лабораторных условиях с целью получения препарата протеолитических ферментов, который может найти практическое применение в биотехнологии.

Материал и методы. В работе были использованы дикie штаммы *P. ostreatus* и *T. atroviride*. В качестве питательных сред для культивирования *P. ostreatus* в ходе исследований использовали картофельно-сахарозную, морковную, свекольную, капустную среды и среду с использованием ржаного неферментированного солода. Для культивирования триходермы использовали среду Чапека-Докса (рН 5,0±0,2) с различными источниками углерода (целлюлоза, сахароза, глюкоза, лактоза -2 % по массе).

Приготовление препаратов и их очистка. Экстракт мицелия *P. ostreatus* 451 получали как указано в работе [4]. Культуральную среду *T. atroviride* получали фильтрацией через несколько слоёв марлевой ткани. Полученный экстракт и культуральная жидкость использовались без дальнейшего разведения. Для очистки ферментов из препаратов применялся метод высаливания с использованием хлорида натрия. Соль удаляли методом диализа. Для длительного хранения препарата использовали метод лиофильной сушки при сочетании температуры -51°C и давления 1.370 mBar.

Определение антимикробной активности. Антибактериальную активность определяли, используя методику дисковой диффузии [5]. Эксперимент проводили при температуре 37 °C в течение 24 часов. После инкубационного периода измерялись зоны ингибирования. Диаметр зоны ингибирования измеряли под тремя разными углами, окончательным результатом считалось среднее значение этих измерений. Антибактериальную активность регистрировали, когда зона ингибирования была больше 6 мм. Полученные результаты интерпретировали следующим образом: от 6 до 12 мм – слабая чувствительность; от 13 до 29 мм – средняя чувствительность.

Тест-объекты. В качестве тест-объектов для оценки антимикробной активности использовалось 5 видов микроорганизмов, из которых 2 вида грамположительных бактерий: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Streptococcus pneumonia* и 3 штамма грамотрицательных бактерий: *Escherichia coli* 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Klebsiella pneumonia* ATCC 13883 и сахаромикет *Candida albicans* 885-653. Все бактериальные культуры содержали на питательной среде LB (Lysogeny broth) при температуре 40°C и субкультивировали на питательном агаровом бульоне в течение 24 часов перед тестированием.

Результаты и их обсуждение. Предпочтительным для наилучшего выхода мицелия *Pleurotus ostreatus* в наших условиях оказалось использование картофельно-сахарозной среды, урожай -22,4 г/л при температуре 27°C и перемешивании 70 об/мин. Наименьший урожай (1,8 г/л по сухой массе) получен на свекольной среде. Максимальные показатели урожая отвечают требованиям к грибам-продуцентам – не менее 10 г/л по сухой массе. В питательных средах на основе растительного сырья при перемешивании у вешенки наблюдался сферический рост вегетативного тела, а без перемешивания мицелий гриба представлял собой скопления биомассы на поверхности культуральной жидкости. Для *T. atroviride* наилучшие показатели были отмечены на среде Чапека-Докса при 30 °C и перемешивании 70 об/мин. Источник углерода в питательной среде оказывает значительное влияние на протеолитическую и целлюлолитическую активность ферментов триходермы. Наибольшая протеолитическая активность была показана при культивировании гриба на среде с глюкозой. Предпочтительным субстратом для внеклеточных протеиназ был казеин (296,990±0,69 единиц активности). Наибольшая целлюлолитическая активность наблюдалась на среде Чапека-Докса (целлюлоза) и составила 0,50±0,01 ед. Результаты исследования антибактериальной активности *P. ostreatus* и *T. atroviride* представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Антибактериальная активность экстракта мицелия *P. ostreatus* 451 (n=9)

Микроорганизм	Зона ингибирования экстрактом мицелия, мм	Зона ингибирования очищенным препаратом, мм	Окраска по Граму
<i>Staphylococcus aureus</i>	6,2±0,01 ^a	7,5±0,11 ^a	(+)
<i>Streptococcus pneumonia</i>	11,7±0,12 ^a	19,6±0,21	(+)
<i>Echerichia coli</i>	6,8±0,21 ^a	8,7±0,16 ^a	(-)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	8,5±0,13	21,4±0,13	(-)
<i>Klebsiella pneumonia</i>	7,1±0,09 ^a	8,9±0,09 ^a	(-)
<i>Candida albicans</i>	-	-	

^a достоверно при P≤0,05

Таблица 2 – Антибактериальная активность культуральной жидкости *T. atroviride* (n=9)

Микроорганизм	Зона ингибирования культуральной жидкостью, мм	Зона ингибирования очищенным препаратом, мм	Окраска по Граму
<i>Staphylococcus aureus</i>	13,2±0,12 ^a	17,5±0,14 ^a	(+)
<i>Streptococcus pneumonia</i>	11,3±0,2	23,4±0,11 ^a	(+)
<i>Echerichia coli</i>	18,8±0,09 ^a	24,8±0,1	(-)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	8,5±0,13 ^a	24,6±0,17 ^a	(-)
<i>Klebsiella pneumonia</i>	17,3±0,21	18,7±0,2	(-)
<i>Candida albicans</i>	19,2±0,14 ^a	21,4±0,11 ^a	

^a достоверно при P≤0,05

Заключение. Таким образом, были определены оптимальные условия для глубинного культивирования *P. ostreatus* и *T. atroviride*. Следует отметить, что если в случае *P. ostreatus* выбор шел среди природных питательных сред, то в случае *T. atroviride* была выбрана искусственная среда, которая позволяла контролировать источники углерода. Экстракт мицелия *P. ostreatus* и культуральная жидкость *T. atroviride* обладали антибактериальной активностью, а в случае триходермы обнаруживалась также и антигрибковая активность, что позволяет говорить о возможном практическом использовании очищенных препаратов указанных ксилотрофных грибов.

1. Белова, Н.В. Современные направления исследования и методы анализа макромицетов / Н.В. Белова // Совр. микол. в России, 2008. – 107 с.
2. Kuzmin P.N. Xylotrophic fungus *Trichoderma atroviride*: cultivation, extracellular hydrolytic and antimicrobial activity / Kuzmin P.N., Sakovich V.V., Zhernossekov D.D. - Biotechnologia Acta, 2021 – Vol. 14 – N 3 – P.46-53.
3. Sakovich V.V., Zhernossekov D.D. Milk-clotting enzymes of various origin: prospects for application in cheese making / Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины: научный и производственно-практический журнал. - 2020. - № 6 (123). – P. 75-80.
4. Sakovich V V, Zhernossekov D D Tischenko S I and Gromyko A N 2019 Priority directions of science development. Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference. SPC (Lviv: Scientific Publishing Center "Sci-conf.com.ua"). – pp. 181-185.
5. Endencia, E. A. (2004). Disk diffusion method. In Laboratory manual of standardized methods for antimicrobial sensitivity tests for bacteria isolated from aquatic animals and environment (pp. 13-29). Tigbauan, Iloilo, Philippines: Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СООБЩЕСТВА КРУПНЫХ ХИЩНЫХ ПТИЦ

В.В. Ивановский, Д.В. Новиков
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

Вопросы численности гнездящейся части популяций хищных птиц и объективность применяемых методик учёта постоянно вызывали и вызывают в научной литературе активные дискуссии [2; 5 и др.]. Это особенно актуально при создании ООПТ, где, несомненно, в первую очередь должны учитываться размеры гнездовых территорий видов – «зонтиков» – крупных хищных птиц. Кроме теоретической составляющей эта проблема имеет выход и в практическую плоскость. Например, при проведении биотехнических мероприятий, направленных на увеличение количества редких видов, необходимо знать ёмкость угодий для каждого из них. В последнее время сотрудники кафедры экологии и географии ВГУ имени П.М. Машерова начали активно разрабатывать эту проблему [1; 3].

Цель исследования – создание оптимальной теоретической модели структурной организации сообщества крупных хищных птиц.

Материал и методы. При получении практических результатов учётов и теоретических построений при экстраполяции данных необходимо иметь «контрольную» шкалу, чтобы оценить полноту и качество полученных данных. Поэтому, необходимо было найти лесо-болотно-озёрный регион, похожий на Белорусское Поозерье, которое является частью Европейского Северо-Западного Поозерья. Этот регион должен отвечать следующим условиям: быть крупным по площади, чтобы в нём уместилось не менее трёх участков постоянного гнездования крупных хищников